

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: BRG5380018
ชื่อโครงการ: การเร่งออกของเอกภพจากทฤษฎีความโน้มถ่วงทางเลือก
นักวิจัย: นายบุรินทร์ กำจัดภัย
วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน “สถาบันนักเรียนท่าโพธิ์ชัย”
มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail Address: buring@nu.ac.th
ระยะเวลาโครงการ: 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ถึง 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2556

เราได้ตรวจสอบแบบจำลองการเร่งออกของเอกภพและความโน้มถ่วงทางเลือก โดยจำแนกประเด็นในการศึกษาเป็น (1) จักรวาลวิทยาแบบกฎกำลังแปดแฟมได้รับการตรวจสอบด้วยผลการสังเกตการณ์โดยรังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง (CMB), การแกว่งเชิงนาทศาสตร์ของแบรีออน (BAO) และข้อมูลจากกล้องฮับเบิล (H0) เราหาเลขชี้กำลังในการขยายตัวและอายุของเอกภพที่เกิด Big Rip เราพบว่าสัมประสิทธิ์สมการภาวะของพลังงานมืดมีค่าเป็น -1.153 โดยมีพฤติกรรมลู่เข้า แต่ความหนาแน่นและความดันของพลังงานมืดนั้นลู่ออก (2) เราได้พิจารณาแบบจำลองความโน้มถ่วงแบบ Eddington-Born-Infeld (EBI) โดยไม่ได้ให้ค่าคงที่ของจักรวาล สนามยังผล EBI ให้พฤติกรรมที่แทนบทบาทของสสารมืดและพลังงานมืด เราได้ศึกษาจุดโดดเด่นของสสารและพลังงานชนิดต่างๆในแบบจำลองนี้ และเปรียบเทียบผลกับแบบจำลอง Λ CDM โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ซูเปอร์โนวา WMAP7 และ BAO สนาม EBI ไม่อาจให้ผลสอดคล้องกับการสังเกตการณ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Λ CDM ซึ่งนำไปสู่ความจำเป็นที่ต้องมีการขยายความแบบจำลองนี้ โดยเราได้เพิ่มแนวคิดเรื่องความโน้มถ่วงแบบ para-ferro และการเปลี่ยนวิวัฒนาการอันดับสองในแบบจำลองนี้ (3) เราได้ทดสอบเอกภพแบบปิดที่ระยะปลายอายุขัยโดยให้ขยายตัวแบบกฎกำลังโดยใช้ข้อมูลผสมกันของ WMAP5+BAO+SN Ia เทียบเคียงกับ WMAP5 และกับ WMAP7 โดยเราได้ให้มีการสลายตัวจากสสารมืดไปเป็นพลังงานมืดได้ เราได้พบว่าฟังก์ชัน mass potential ของพจน์ลากรางเจียนที่มีอันตรกิริยากันนั้นเป็นฟังก์ชัน exponential แบบลดลง โดยตั้งแต่เรดชิฟท์ $z < 0.5$ เราได้พบว่าค่าเลขยกกำลังของการขยายตัวมีค่าเป็น 0.99 ± 0.02 (WMAP7+BAO+H0) และเป็น 0.99 ± 0.04 (WMAP7) เราได้ทราบว่าจักรวาลวิทยาแบบกฎกำลังที่มีสนามสเกลาร์แบบคาโนนิคัลนั้นให้ค่าสัมประสิทธิ์สมการภาวะไม่สอดคล้องกับการสังเกตการณ์ อย่างไรก็ตามการขยายตัวแบบกฎกำลังนั้นยังคงเป็นไปได้ (4) เราพิจารณาเอกภพที่มีสสารฝุ่นที่ขับเคลื่อนโดยสนามเตค็อนในยุคลปลายอายุขัย เราพบว่าค่าของสมการภาวะนั้นไม่ขึ้นกับชนิดของสนามสเกลาร์ว่าจะเป็นเตค็อนหรือเป็นคาโนนิคัลหากแต่ขึ้นกับฟังก์ชันการขยายตัวเท่านั้น อย่างไรก็ตามรูปแบบของศักย์และผลเฉลยสนามสเกลาร์นั้นแตกต่างกันในกรณีสนามเตค็อนและสนามคาโนนิคัล แบบจำลองเตค็อนแบบไม่เป็นแฟมทอมนั้นให้ค่าสัมประสิทธิ์สมการภาวะไม่สอดคล้องกับผลการสังเกตการณ์ เราได้ล้มล้างแบบจำลองนี้ในงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามจักรวาลวิทยาแบบกฎกำลังที่เป็นแฟมทอมยังคงให้ค่าสัมประสิทธิ์สมการภาวะที่สอดคล้องกับการสังเกตการณ์ เราพบว่าเลขยกกำลังในการขยายตัวแบบกฎกำลังแฟมทอม β จะต้องมีค่าน้อยกว่า -6 จึงจะสอดคล้องกับการสังเกตการณ์ ค่าความชันของศักย์ (ไร้มิติของหน่วย) ในปัจจุบันมีค่าประมาณ 1.5 ซึ่งสามารถลดรูปเป็นศักย์แบบกฎกำลังสองผกผันได้ในลิมิตที่พารามิเตอร์ความหนาแน่นลู่สู่ค่าศูนย์

คำหลัก: พลังงานมืด สนามสเกลาร์ จักรวาลวิทยาแบบกฎกำลัง

Executive Summary

รหัสโครงการ: BRG5380018
ชื่อโครงการ: การเร่งออกของเอกภพจากความโน้มถ่วงทางเลือก
นักวิจัย: นายบุรินทร์ กำจัดภัย
วิทยาลัยเพื่อการค้นคว้าระดับรากฐาน “สถาบันสำนักเรียนท่าโพธิ์ชัย”
มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail Address: buring@nu.ac.th
ระยะเวลาโครงการ: 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ถึง 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2556
งบประมาณโครงการ 1,500,077 บาท

เราได้ตรวจสอบแบบจำลองการเร่งออกของเอกภพและความโน้มถ่วงทางเลือก โดยจำแนกเป็น (1) จักรวาลวิทยาแบบกฎกำลังแฟร้งมได้รับการตรวจสอบด้วยผลการสังเกตการณ์โดยรังสีคอสมิกไมโครเวฟพื้นหลัง (CMB), การแกว่งเชิงนาฬาศาสตร์ของแบรีออน (BAO) และข้อมูลจากกล้องฮับเบิล (H0) (2) แบบจำลองความโน้มถ่วงแบบ Eddington-Born-Infeld (EBI) ที่ไม่มีค่าคงที่ของจักรวาล สันนิษฐานว่า EBI ให้พฤติกรรมที่แทนบทบาทของสสารมืดและพลังงานมืด แบบจำลอง EBI ไม่สอดคล้องกับการสังเกตการณ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Λ CDM เราจึงได้เพิ่มแนวคิดเรื่องความโน้มถ่วงแบบ para-ferro และการเปลี่ยนวิวัฒนาการอันดับสองในแบบจำลองนี้ (3) ในเอกภพแบบปิดที่ขยายตัวแบบกฎกำลังโดยให้มีการสลายตัวจากสสารมืดไปเป็นพลังงานมืดได้ เราได้พบว่าฟังก์ชัน mass potential ของพจน์ลากรางเจียนที่มีอันตรกิริยากันนั้นเป็นฟังก์ชัน exponential แบบลดลง โดยตั้งแต่เรดชิฟท์ $z < 0.5$ ค่าเลขยกกำลังของการขยายตัวมีค่าเป็น 0.99 ± 0.02 (WMAP7+BAO+H0) และเป็น 0.99 ± 0.04 (WMAP7) การขยายตัวแบบกฎกำลังที่มีสนามสเกลาร์แบบคาโนนิคัลนั้นไม่สอดคล้องกับการสังเกตการณ์ แม้การขยายตัวแบบกฎกำลังนั้นยังคงเป็นไปได้ (4) ในเอกภพที่มีสสารฝุ่นที่ขับเคลื่อนโดยสนามเตคิออน พบว่าค่าสมการภาวะไม่ขึ้นกับชนิดของสนามสเกลาร์แต่ขึ้นกับฟังก์ชันการขยายตัวเท่านั้น แม้ศักย์และผลเฉลยสนามสเกลาร์นั้นจะแตกต่างกันในกรณีสนามเตคิออนและสนามคาโนนิคัล แบบจำลองเตคิออนแบบไม่แฟร้งมให้ค่าสมการภาวะไม่สอดคล้องกับผลการสังเกตการณ์จึงถูกล้มล้างไปในงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบแบบจำลองกำลังที่ β จะต้องน้อยกว่า -6 ค่าความชันของศักย์ในปัจจุบันสามารถถูกรูปเป็นศักย์แบบกฎกำลังสองผกผันได้ในกรณีที่พารามิเตอร์ความหนาแน่นลู่สู่ค่าศูนย์

ผลผลิตจากโครงการ:

ก. การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

ก.1 การตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ 3 บทความวิจัยได้แก่

คือใน [Physics Letters B 695 \(2011\) 45 \(J.I.F.: \(2010\) = 5.255\)](#), [Physical Review D 86, 043525 \(2012\) \(J.I.F.: \(2011\) = 4.558\)](#) และ [Astrophysics and Space Science 342, 537 \(2012\) \(J.I.F.: \(2011\) = 1.686\)](#)

ก.2 บทความที่อยู่ระหว่างรอการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติอีก 3 บทความวิจัยได้แก่วารสาร